

MALAKOLOGIJA I ASTAKOLOGIJA U NASTAVI BIOLOGIJE (208676) 2P+1V+0S 4 ECTS



Što su riječni rakovi?

- slatkovodni rakovi nalik na male hlapove



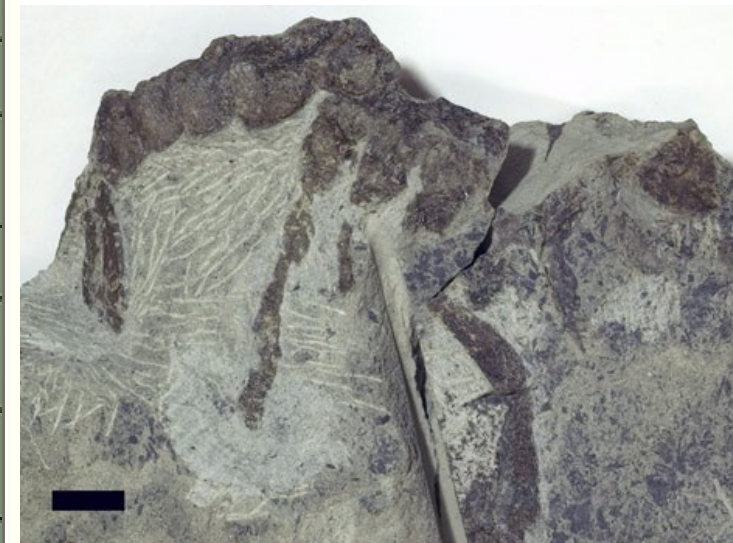
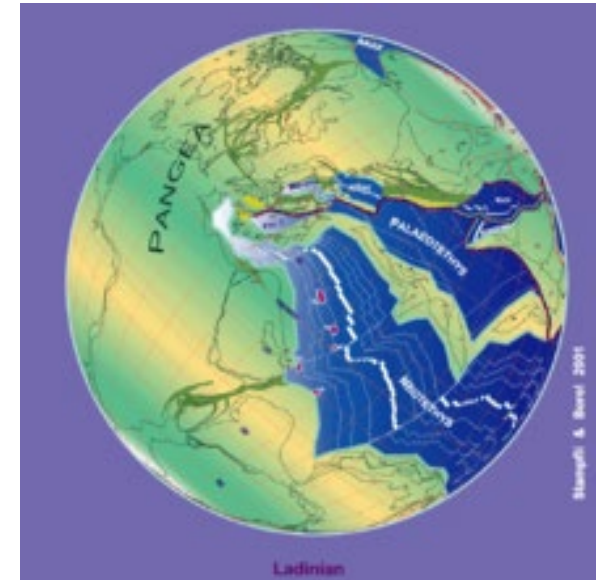
- Najveći predstavnici slatkovodnih beskralježnjaka
KLJUČNE VRSTE – održavaju ekosustave stabilnima

koncept ključnih vrsta



- jako stari – ušli u slatke vode još u trijasu (prije 225 000 000 godina)

Eon	Era	Period	Epoha		T*	Prva pojava
Fanerozoik	Kenozoik	Kvartar	Holocen		0,01	Rod <i>Homo</i>
			Pleistocen		1,8	
		Tercijar	Neogen	Pliocen	5,3	Ljudi Čovjekoliki majmuni
				Miocen	23,0	
			Paleogen	Oligocen	33,9	Recentni redovi biljaka i životinja
				Eocen	55,8	
				Paleocen	65,0	
				Mezozoik	Kreda	Gornja
	Donja					
	Jura	Gornja			200	Ptice Procvat gmizavaca
		Srednja				
		Donja				
	Trijas	Gornji			252	Golosjemenjače Sisari Dinosauri
		Srednji				
		Donji				
	Paleozoik	Perm	Gornji		299	Sisaroliki gmizavci
			Donji			
		Karbon	Gornji		318	Šume sjemenjača Gmizavci
			Donji		359	
		Devon	Gornji		416	Vodozemci Insekti Biljke
			Srednji			
			Donji			
		Silur	Gornji		444	Ribe
			Donji			
		Ordovicij	Gornji		488	Kolonizacija kopna
			Srednji			
			Donji			
		Kambrij	Gornji		542	Većina koljena biljaka i životinja
			Srednji			
	Donji					
	Prekambrij	Proterozoik				2500
Arhaik				4000	Bakterije	
Hadean				4560		



koljeno: Arthropoda

potkoljeno: Crustacea

Brusca & Brusca 2003

RAZREDI:

1. Remipedia
2. Cephalocarida
3. Branchiopoda
4. Malacostraca
5. Maxillipoda

Martin & Davis (2001)

Brusca & Brusca 2016

RAZREDI:

1. Remipedia
2. Cephalocarida
3. Branchiopoda
4. Malacostraca
5. Thecostraca
6. Tantulocarida
7. Branchiura
8. Pentastomida
9. Mystacocarida
10. Copepoda
11. Ostracoda

Ahyong et al. (2011) Martin & al. (2014)

Razred MALACOSTRACA Latreille, 1802

- fosili iz Kambrija
- cca. 28 000 vrsta – akvatički i terestrički

1. podrazred Phyllocarida

2. podrazred Eumalacotraca

nadred 1) Hoplocarida

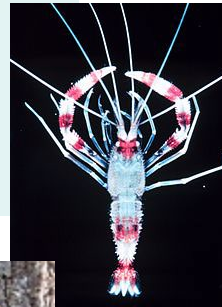
2) Syncarida

3) Eucarida

4) Peracarida



Phyllocarida



Peracarida



Hoplocarida



Syncarida

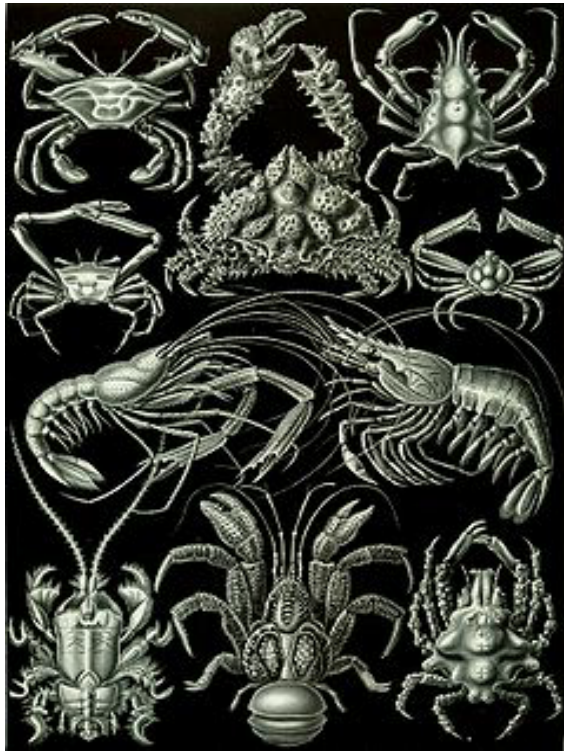


Eucarida



nadred **Eucarida** Calman, 1904

1. red **Euphausiacea** Dana, 1852
2. red **Amphionidacea** Williamson, 1973
3. red **Decapoda** Latreille, 1802



Decapoda (Ernst Haeckel, 1904)

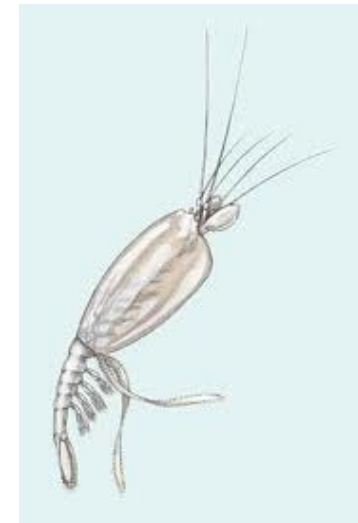
razred **MALACOSTRACA**

podrazred **Eumalacostraca**

nadred **Eucarida**

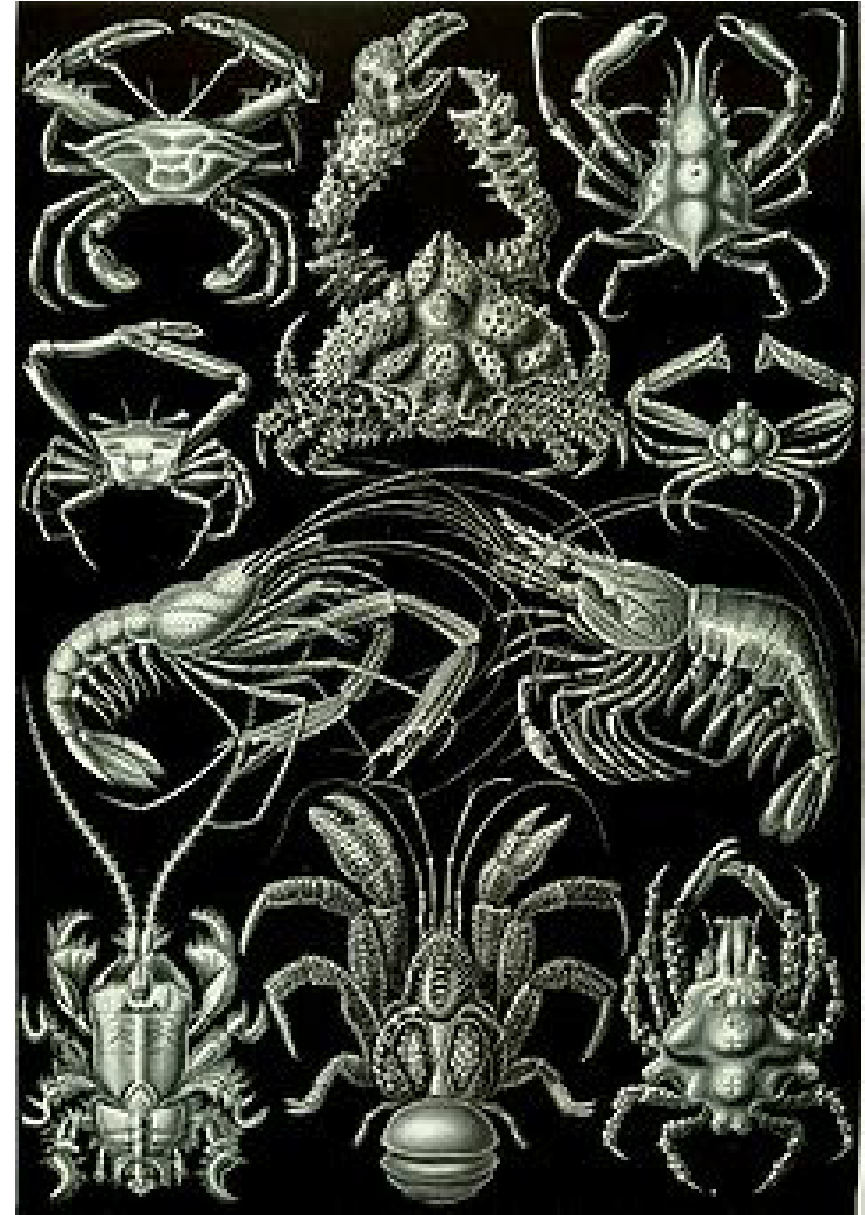


Euphausiacea – kril/svjetlari



Amphionidacea

RED DESETERONOŽACA (Decapoda)



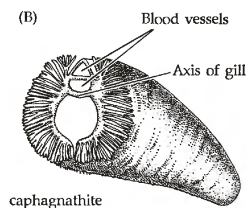
Decapoda (Ernst Haeckel, 1904)

red DECAPODA (deseteronošci)

razred MALACOSTRACA
podrazred Eumalacostraca
nadred Eucarida
red DECAPODA

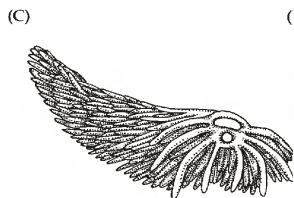
- klasifikacija na temelju anatomije škrga i embrionalnog razvoja
- **ŠKRGE** su razvijene na kukovima torakalnih nogu (pereopoda ili nogu hodalica), a njihov se oblik razlikuje:

- **Dendrobranchia** - 2 glavne grane, svaka podijeljena u mnoštvo postranih (sekundarnih) grana



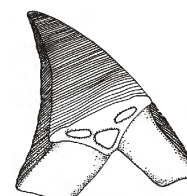
Brusca & Brusca (2002)

- **Trichobranchia** mnoštvo radijalnih nerazgranatih tubularnih filamenata



Brusca & Brusca (2002)

- **Phyllobranchia** na glavnoj osi listoliki ogranci



Brusca & Brusca (2002)

red **DECAPODA** (deseteronošci)

podred **Dendrobranchiata** Bate, 1888

podred **Pleocyemata** Burkenroad, 1963

podred **DENDROBRANCHIATA** (kozice)

Imaju dendrobranhijatne škrge



razred **MALACOSTRACA**

podrazred **Eumalacostraca**

nadred **Eucarida**

red **Decapoda**



podred PLEOCYEMATA – nikad nemaju dendrobranchiatne škrge + ženke nose jaja na pleopodnim nogama (noge plivalice)

- međured **Caridea** Dana, 1852
- međured **Stenopodidea** Claus, 1872
- međured **Brachyura** Latreille, 1802 (cro. kratkorepci)
- međured **Anomura** MacLeay, 1838 (cro. srednjerepci)
- međured Astacidea** Latreille, 1802
- međured **Palinura** Latreille, 1802 (cro. dugorepci)
- međured **Thalassinidea** Latreille, 1831 (cro. mede)



Anomura



Astacidea



Caridea



Stenopodidea



Brachyura



Palinura



Thalassinidea

- cca. 14 000 vrsta, akvatičke i terestričke
- svejedi, filtratori, karnivori, herbivori
- dobro razvijen karapaks (zatvara škrge)
- uvijek 3 para maksilipeda + 5 pari pereopoda (nogu hodalica)

međured ASTACIDEA - hlapovi, slatkovodni rakovi

- i slatkovodni (neki se ukopavaju) i morski
- na bentosu, čvrsti karapaks sa CaCO_3 , „plivaju” (zamah abdomenom) samo kad bježe
- Abdomen dorzo-ventralno spljošten, završava repnom lepezom (telzon i uropodi)
- Škrge trihobranhijatne
- prva tri para pereopoda nose kliješta (prva velika)
- briga za potomstvo (Ž nosi jaja na pleopodalnim nogama)



Vogt&Tolley (2004)



razred MALACOSTRACA

podrazred Eumalacostraca

nadred Eucarida

red Decapoda

podred PLEOCYEMATA

međured Astacoidea

nadporodice

- Astacoidea
- Parastacoidea
- Enoplometopoidea
- Nephropoidea
- † Palaeopalaemonoidea (Devon US (Ohio))

Nephropoidea –
hlapovi



porodica
Nephropidae –
hlapovi

Enoplometopoidea –
„koraljni” hlapovi



porodica Enoplometopidae
Indo-Pacifik, Karibi

Astacoidea – slatkovodni rakovi



porodica Astacidae



porodica Cambaridae



porodica Cambaroididae

Paratacoidea – slatkovodni rakovi



porodica Parastacidae

Riječni rakovi u svijetu

Porodica: Astacidae

rodovi: *Astacus*

Pontastacus

Austropotamobius

Pacifastacus

Porodica: Cambaridae

rodovi: *Faxonius*

Procambarus

+ 10

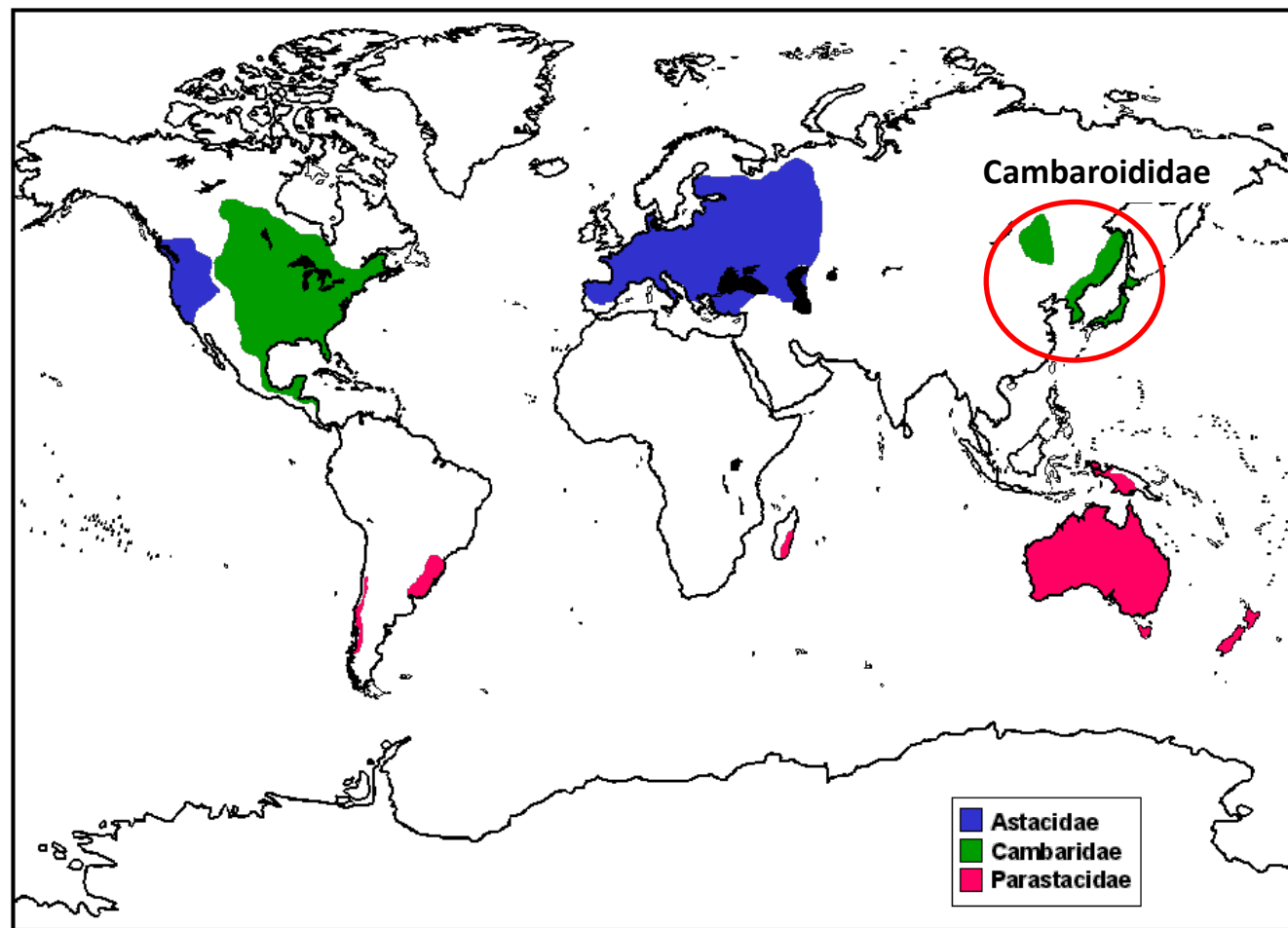
Porodica: Cambaroididae

rod: *Cambaroides*

Porodica: Parastacidae

rodovi: *Cherax*

+ 15



From Fetzner (2011)

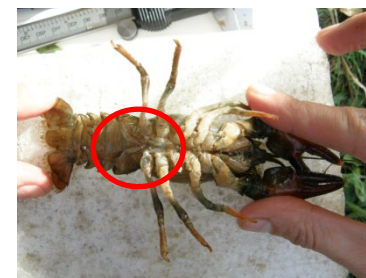
2 centra raznolikosti:

- Jugoistok SADa (80% cambarida)
- Victoria, Australia (85% parastacida)

Filogenetski odnosi i podrijetlo – diskusija traje barem 100-injak godine, 2 hipoteze:

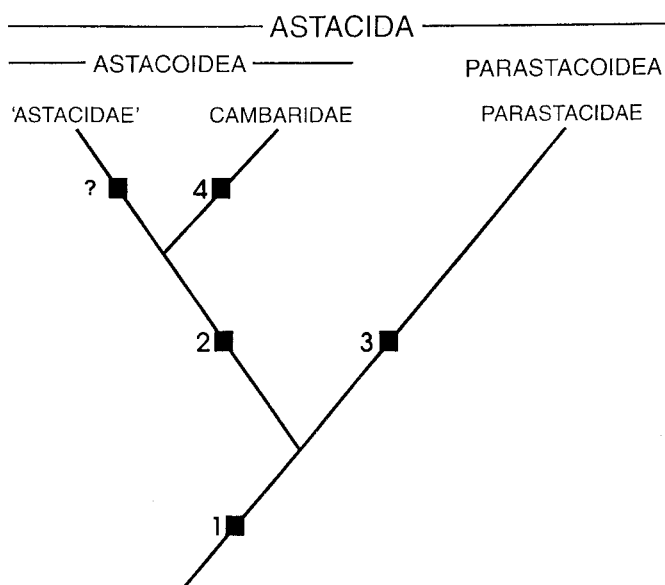
- **Polifiletsko podrijetlo** (Huxly, 1880; Bott, 1950; Starobogatov, 1995)

- višekratno naseljavanje slatkih voda (Astacidae i Cambaridae i Cambaroididae -sjevernu polutku, a Parastacidae južnu)
- mužjaci Astacidae i Cambaridae – gonopodi; Parastacidae – nema gonopoda...



- **Monofiletsko podrijetlo** (Ortman, 1902; Scholtz, 2002)

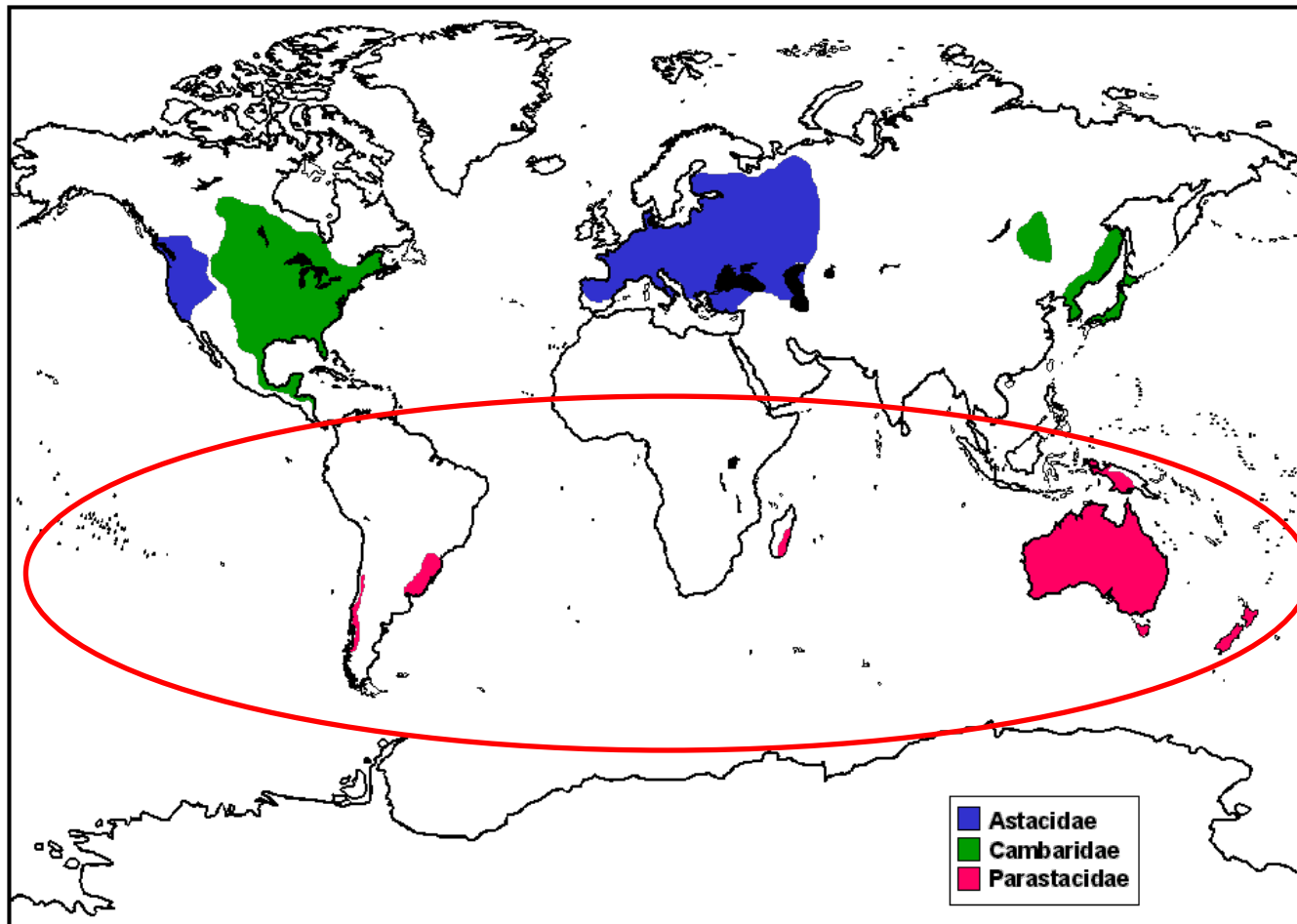
- morfološka sličnost svih Astacoidea
- način brazdanja jaja, embrionalni razvitak, molekularno-filogenetske analize



Filogenetska sistematika Astacida (Scholtz, 2002)

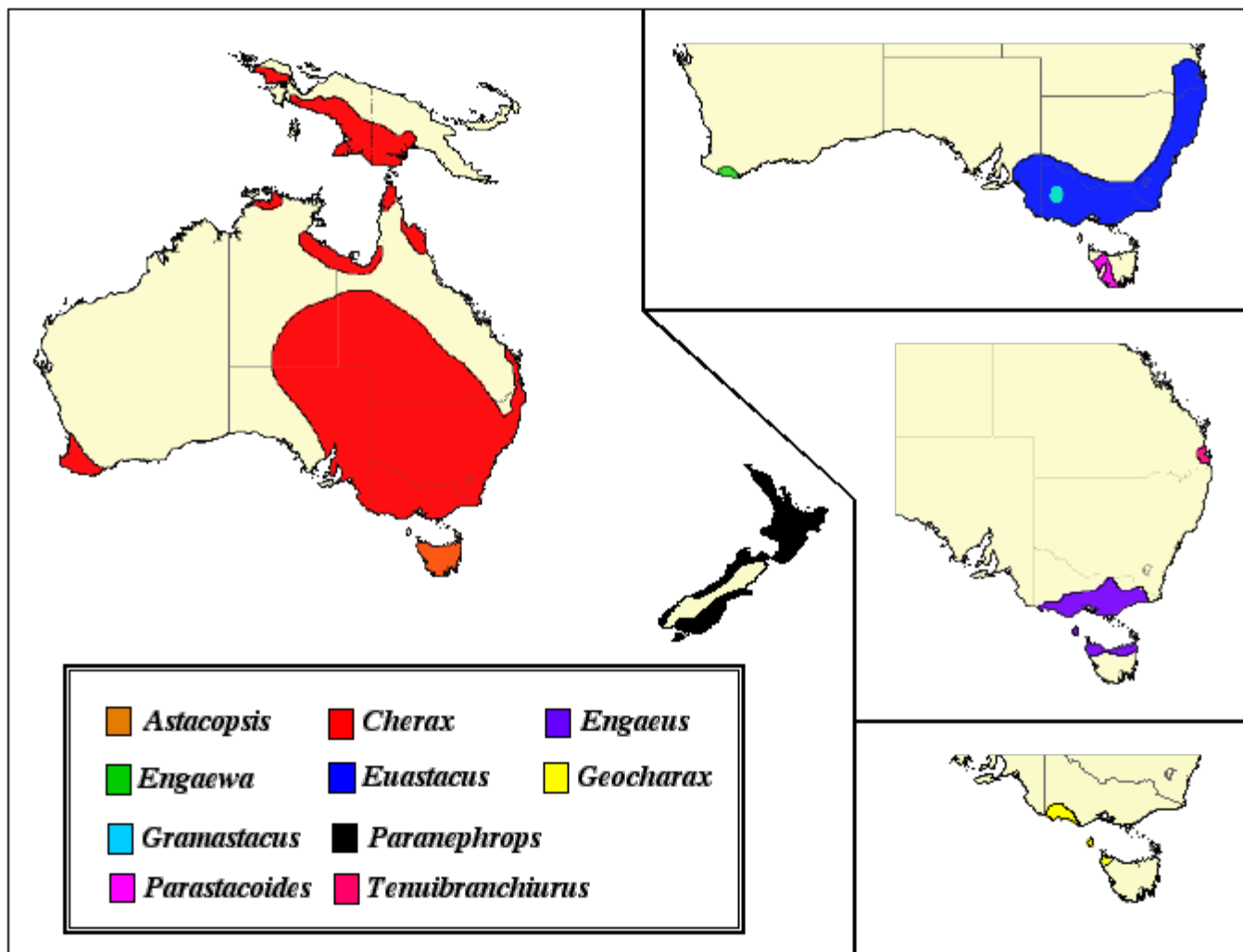
porodica Parastacidae

– južna polutka (Južna Amerika, Madagaskar, Novi Zeland, Australija)



porodica Parastacidae

- **Australija** (85% poznati parastacida; 14 rodova; jedinstveni i vrlo raznoliki (bogatstvo vrsta i ekol i morfo raznolikost)
- Najveći poznati slakovodni beskralježnjak (*Astacopsis gouldi*)
- „kopneni slakovodni rakovi" (npr. rod *Engaeus*) – neovisni o površinskim vodama



Rasprostranjenost 10 australskih rodova unutar Parastacida (iz Hobbs 1988)

Uvoz stranih vrsta rakova u Australiju je zabranjen!

rod *Cherax* – široko rasprostranjen (Australija + Papua Nova Gvineja)

marron (*Cherax tenuimanus*), redclaw (*Cherax quadricarinatus*) i yabbie (*Cherax destructor*)



Redclaw

- Česta akvarijska vrsta (trgovine kućnim ljubimcima)
 - Čatež termalni izvori (Redclaw od 2009)



Yabbie

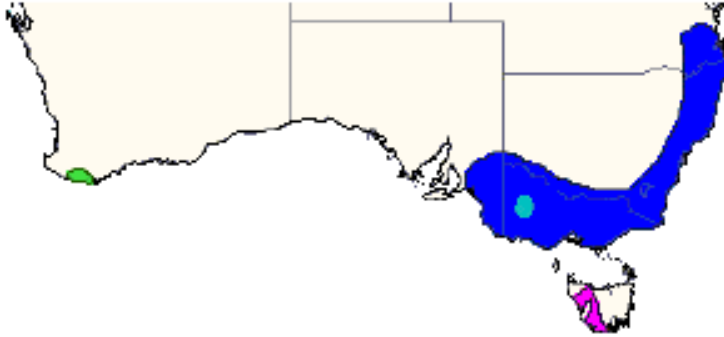


Marron

rod *Euastacus*

>50 vrsta

- Relativno čest (plavo – područje distribucije)



RESEARCH ARTICLE

Euastacus coughrani sp. nov., A New Intermediate Spiny Crayfish (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) from Forested Perennial Streams of East Gippsland, Victoria, Australia

ROBERT B. MCCORMACK^{1,2,*} AND JAMES W. FETZNER JR.³

Freshwater Crayfish 29(1): 59–82, 2024
ISSN: 2076-4324 (Print), 2076-4332 (Online)
<https://doi.org/10.5869/fc.2024v29-1.59>

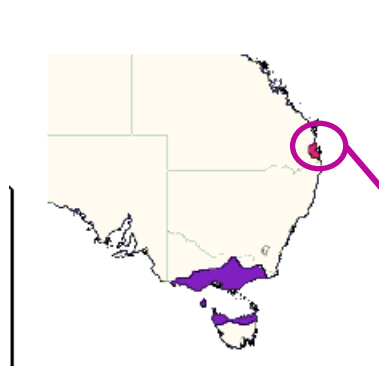
The Murray River crayfish (*Euastacus armatus*)
drugi najveći slatkovodni rak na svijetu

54 currently described species and a
further 26 potential new
species under investigation

- rodovi *Engaewa*, *Gramastacus* i *Tenuibranchiurus*
- Endemski, uska distribucija

Engaewa

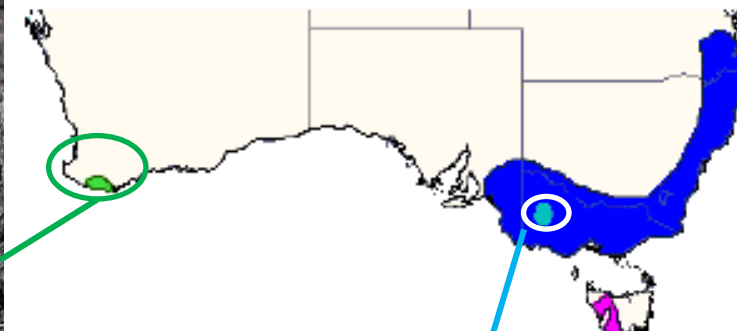
Ukopava se u tlo



Tenuibranchiurus

Ukopava se u tlo

Maksimalna veličina
je 25 mm

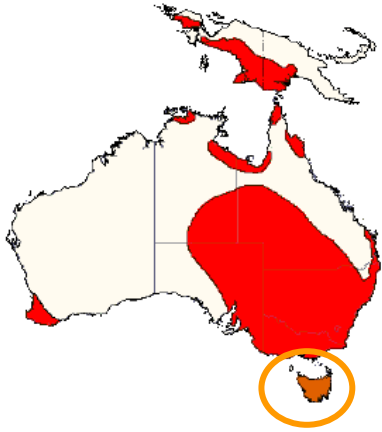


Gramastacus lacus

Ukopava se u tlo

18,63 mm,
5,07 grama

rod *Astacopsis* endemski na Tasmaniji



Najveća vrsta slatkovodnog raka na svijetu -
Tasmanian giant freshwater crayfish,
Astacopsis gouldi



Astacopsis gouldi

80 cm / 5 kg



rod *Paranephrops* – endemski na Novom Zelandu

Loklano ime **koura** (Māori jezik)



P. planifrons – sjeverni otok



P. zealandicus – južni otok



Tri roda u Južnoj Americi: ***Virilastacus***,
Samastacus i ***Parastacus***



Samastacus



Virilastacus (ukopava se)



Parastacus

Jedan rod na Madagaskaru:
Astacodies



Keith A. Crandall



Madagascar

Astacoides caldwelli



Astacoides betsileoensis

- Sporo rastu (10 godina da dosegnu dužinu karapaksa od 30 mm)
- Većina vrsta na Crvenom popisu IUCNa

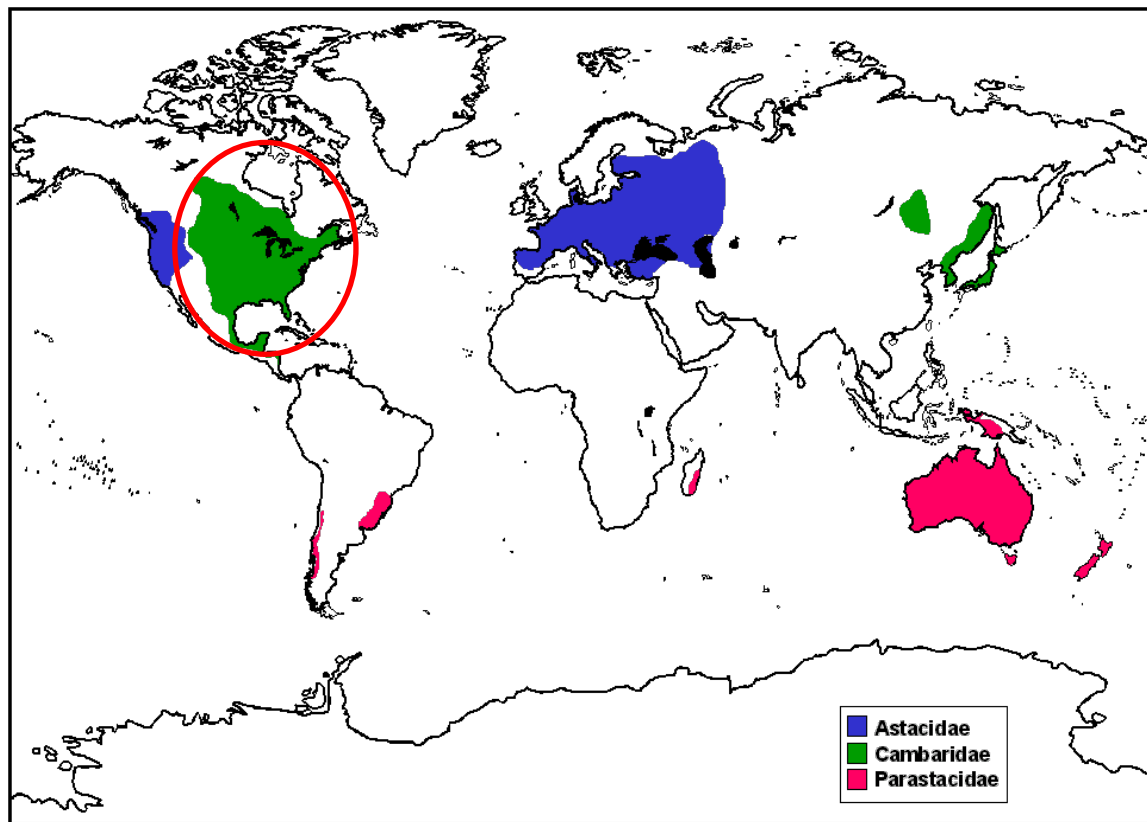
Porodica: Cambaridae Hobbs, 1942.

rodovi: *Faxonius* Cope, 1872.

Procambarus Ortmann, 1905.

+ 10

- ~ 449 vrsta
- Nastanjuju sve vrste staništa (podzemlje, vlažne livade, močvare, stalne vodotoke i jezera)



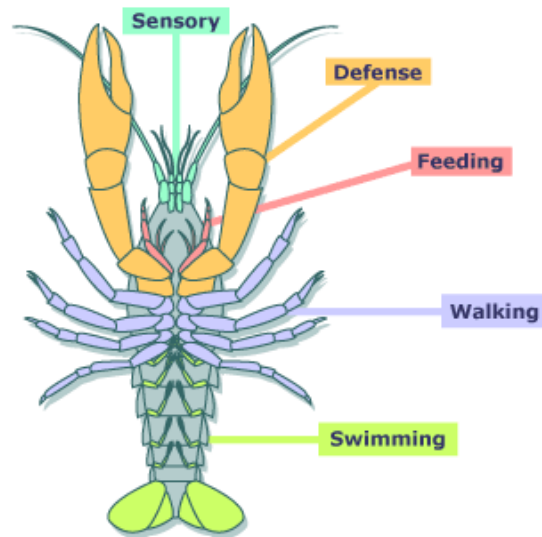
SPECIFIČNOST – ciklički dimorfizam – samo u porodici Cambaridae

- **Spolno zreli mužjaci:**
oblik I – sezona parenja
oblik II – izvan sezone parenja

Oblik I

Kopulatorne kukice na bazi pereopoda (noge hodalice), zadebljali/orožnjeni gonopodi

Many limbs, many functions:
a ventral view of crayfish limbs



Oblik II

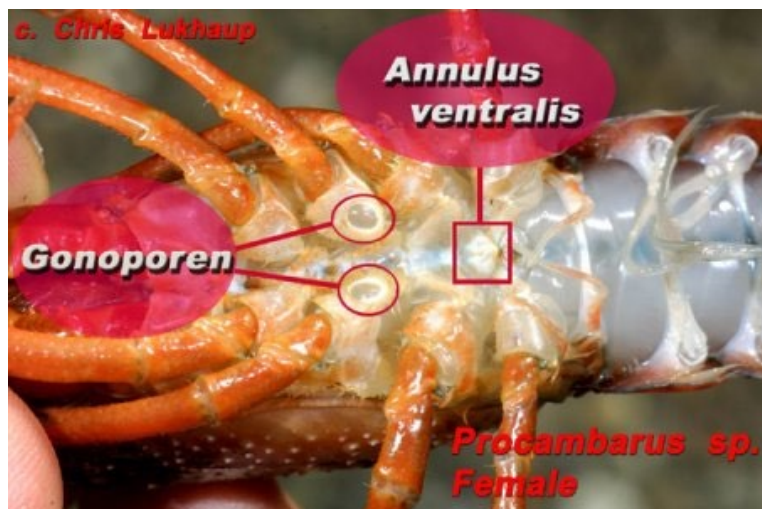


Oblik I

- **Spolno zrele ženke:**

Naglašen i zadebljano sjemeno spremište (annulus ventralis)

- Proizvode do 600 jaja
- Embrionalni razvoj - 2 do 3 tjedna (na 22°C)



Veličina pri postizanju spolne zrelosti vrlo fleksibilna > 45 mmTL (treba 11 presvlačenja/presvlačenje svakih 6 dana)

Maksimalni životni vijek – cca 4 godine, ali rijetko dulje od 12-18 mjeseci

rod *Procambarus*

- Komercijalne vrste (uzgoj)
- Jugoistok SADA, Srednja Amerika, Karibi



Procambarus clarkii - red swamp crayfish,
Procambarus acutus - eastern white river crayfish,
Procambarus zonangulus – gulf white river crayfish
+ 6 slične distribucije



gulf white river crayfish



red swamp crayfish

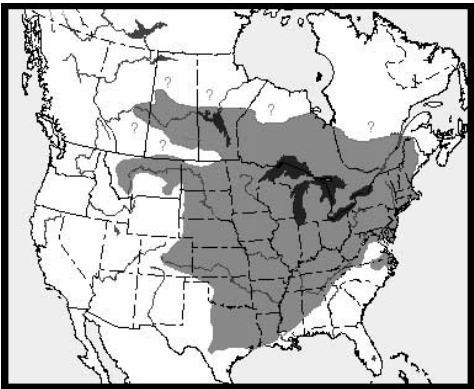


eastern white river crayfish

Rod *Faxonius*

Uključuje 11 podrodova i 99 vrsta (stalno se opisuju nove)

- Različita staništa, ali primarno jezera i vodotoci
- U plitkim rupama ispod kamenja ili vodene vegetacije
- Neke vrste su troglobionti – podzemne vode – jug SADa i Srednja Amerika



Faxonius immunis – calico crayfish
Stajačice; kopa duboke rupe iznad kojih su „dimnjaci”



Oreomectes immunis



F. limosus (bodljobradi rak)

F. virilis (virile crayfish)

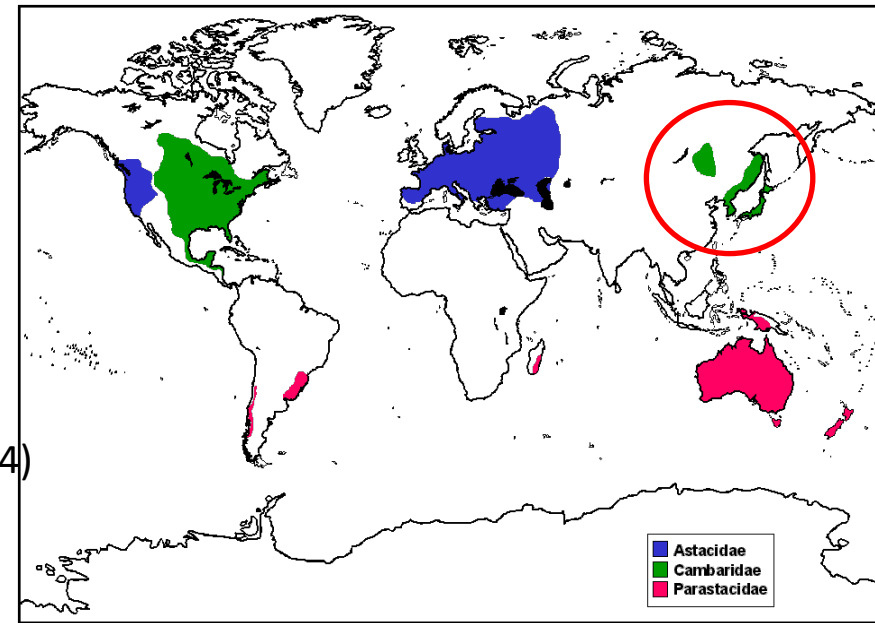


porodica: Cambaroididae

rod: [Cambaroides](#)

Istočna Rusija, sjeveroistočna Kina, Koreja i Japan

- *Cambaroides dauricus* (Pallas, 1772)
- *Cambaroides japonicus* (De Haan, 1841)
- *Cambaroides koshownikowi* (Birstein & Vinogradov, 1934)
- *Cambaroides sachalinensis* (De Haan, 1841)
- *Cambaroides schrenckii* (Kessler, 1874)
- *Cambaroides similis* (Koelbel, 1892)
- *Cambaroides wladivostokiensis* Birstein & Vinogradov, 1934



Cambaroides dauricus



Cambaroides japonicus



Cambaroides similis

porodica: **Astacidae** Latreille, 1802

rodovi: ***Astacus*** Fabricius, 1775

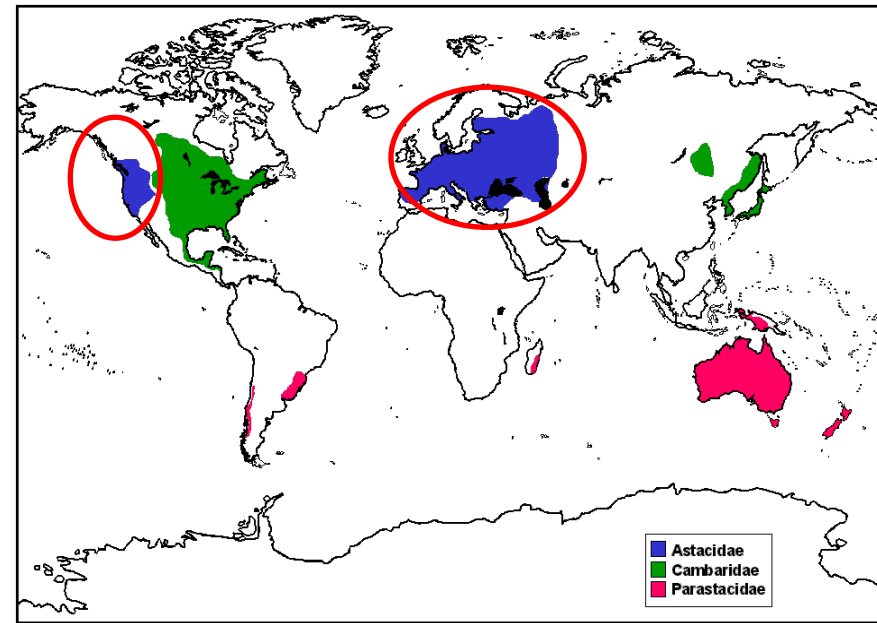
Pontastacus Bott, 1950

Austropotamobius Skorikov, 1907

Pacifastacus Bott, 1950

rod ***Pacifastacus*** endem zapadne obale
Sjeverne Amerike (između Pacifika i Velikog
Stjenjaka)

4 vrste, 3 podvrste i 2 izumrle vrste



P. leniusculus (signalni rak)

P. connectens (Snake river crayfish)

P. gambelii (pilose crayfish)

P. fortis (Shasta crayfish) – critically endangered



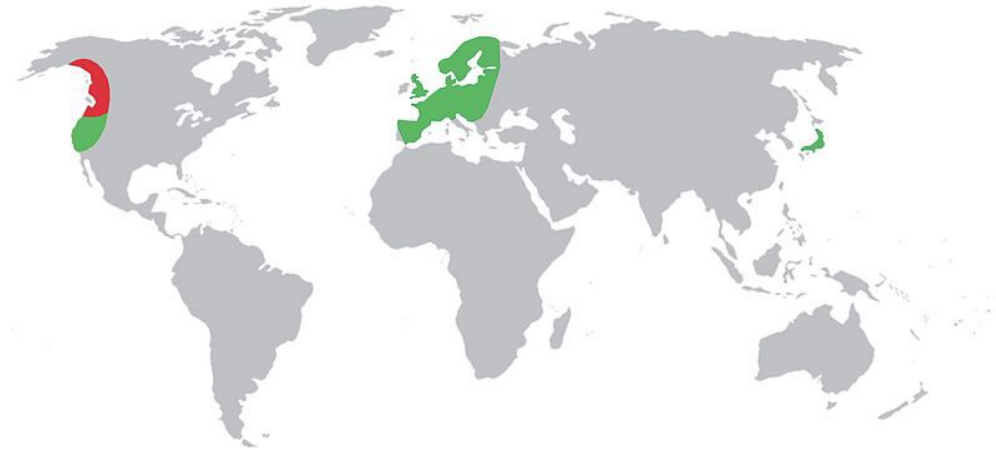
P. leniusculus



P. fortis

signalni rak, *P. leniusculus*

- Najraširenija vrsta
- Introduciran na mnoga nova staništa u Sjevernoj Americi, Europi i Japanu
- Oportunistički svejed
- Veliki temperaturni raspon (do 33°C)
- Spolna zrelost 1-3 godine
- Do 500 jaja
- Živi do 16 godina
- Od malih potoka do velikih rijeka, prirodnih i umjetnih akumulacija, može živjeti i u bočatoj vodi



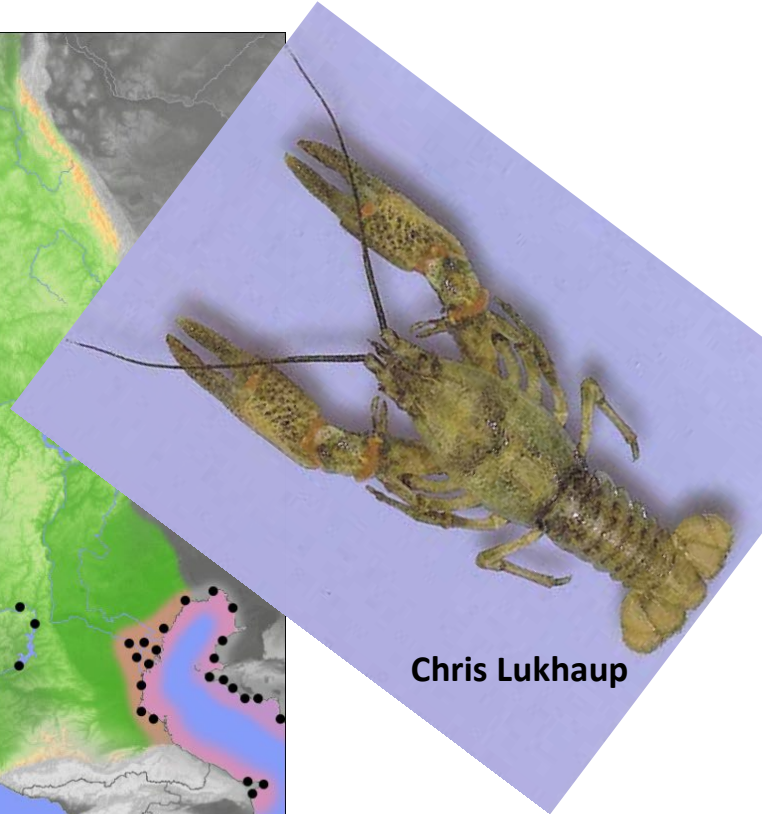
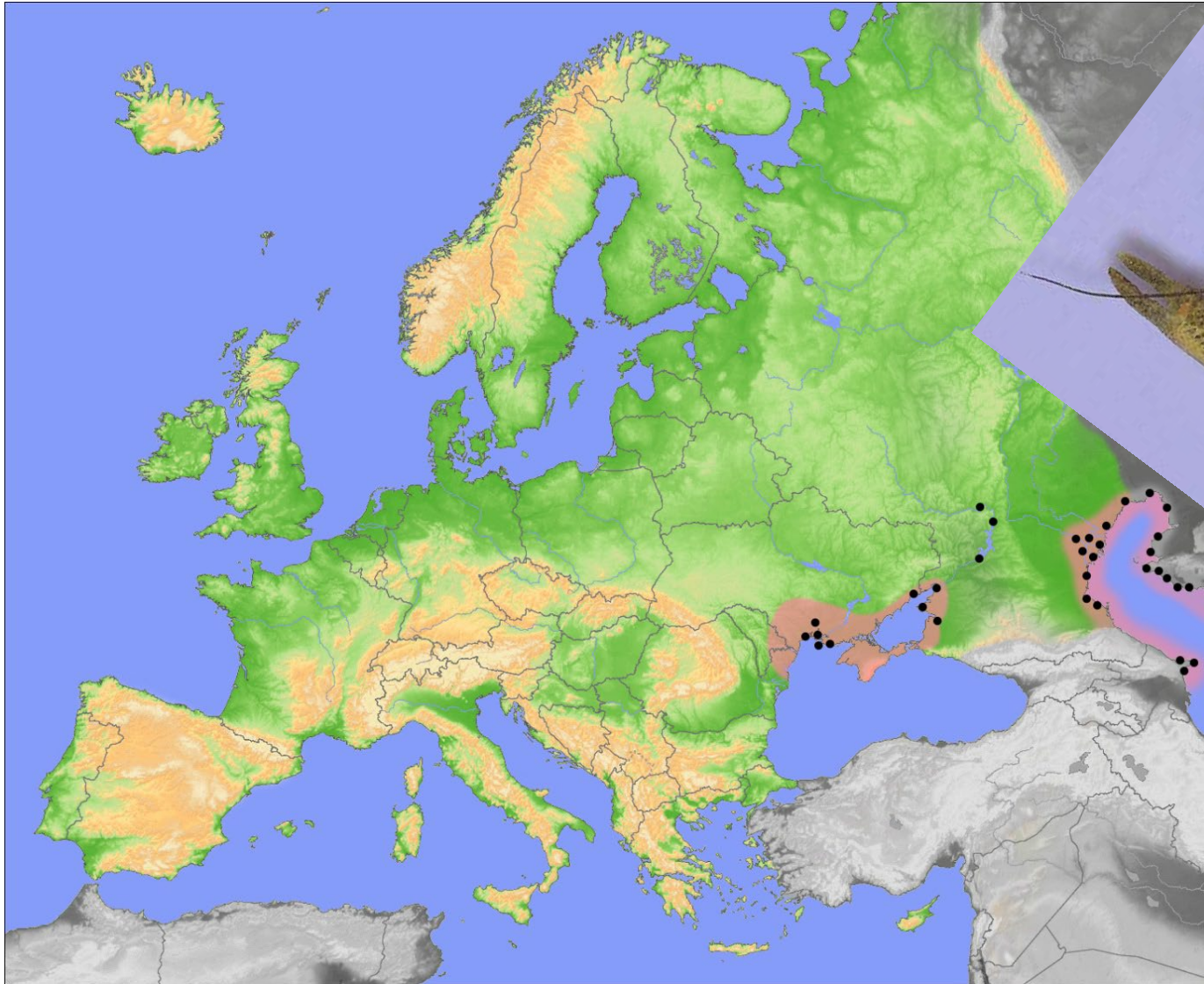
P. leniusculus **nativni areal**; **introduciran**

Riječni rakovi u Europi (porodica Astacidae)

- *Pontastacus (Astacus) pachypus* – Thick-clawed crayfish (Black and Caspian Sea)
- *Pontastacus (Astacus) leptodactylus* – uskoškari rak
- *Astacus astacus* – riječni ili plemeniti rak
- *Astacus colchicus* Kessler, 1876 (Gruzija)
- *Austropotamobius fulcisanus (pallipes)* sp kompleks – bjelonogi rak
- *Austropotamobius torrentium* – potočni rak
- *Austropotamobius bihariensis* Pârvulescu, 2019

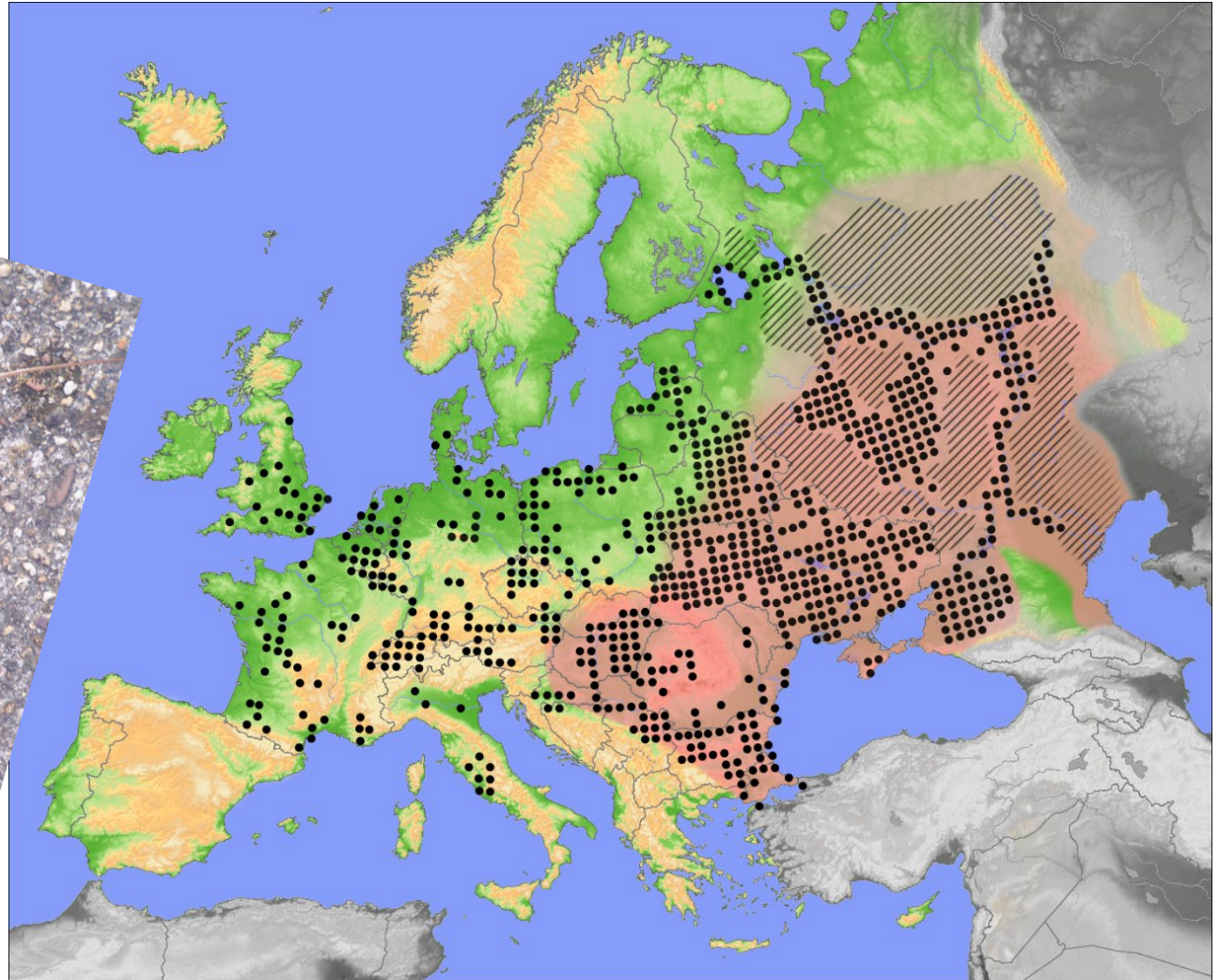
Riječni rakovi u Europi (porodica Astacidae)

- *Pontastacus (Astacus) pachypus* – Thick-clawed crayfish (Crno more i Kaspijsko jezero)



(Kouba et al., 2014)

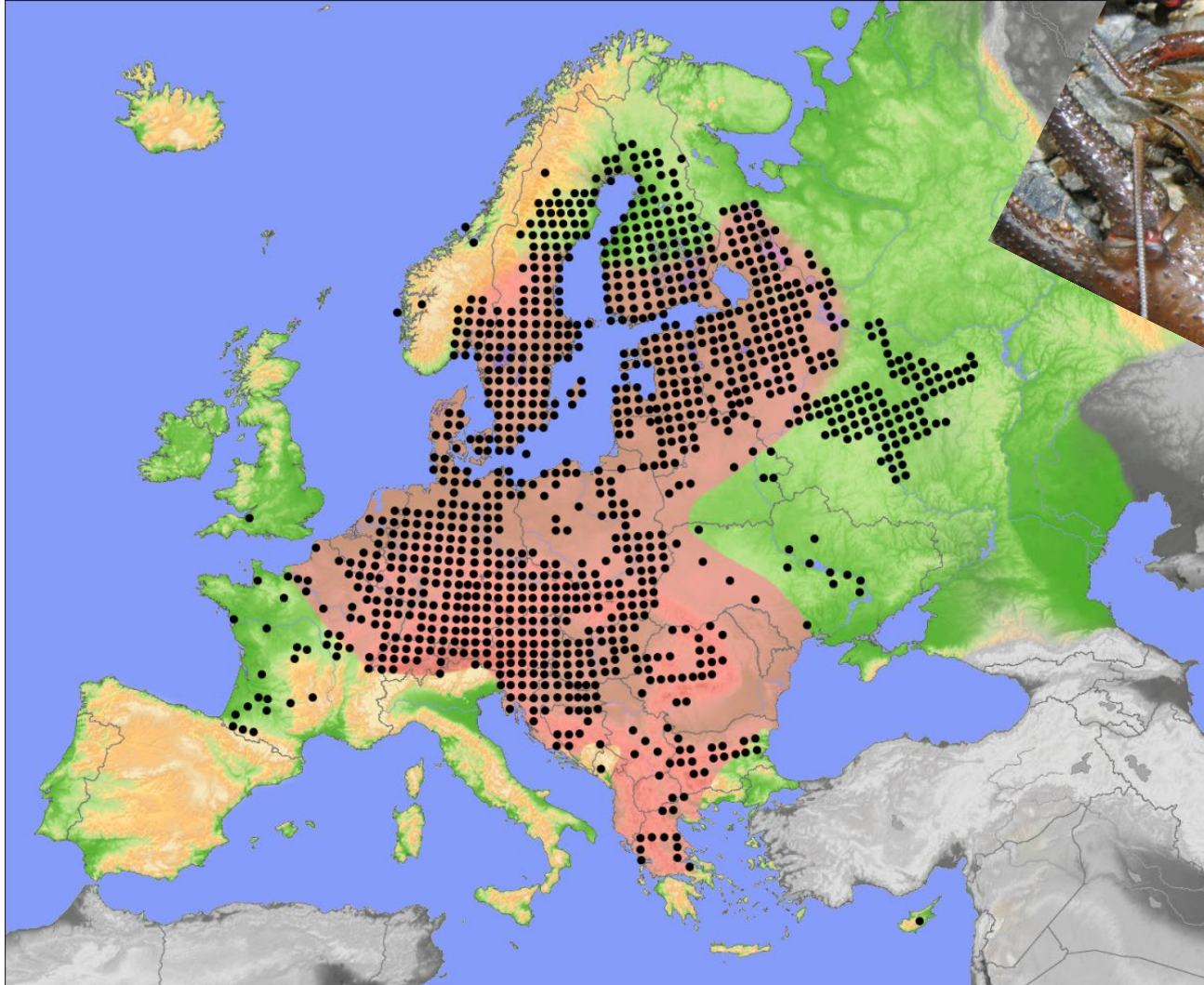
- *Pontastacus leptodactylus* – uskoškari, barski ili turski rak



(Kouba et al., 2014)

Blaha et al (2023) Phylogeographic patterns of genetic diversity in *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae): Is the hypothesis of the taxonomically rich genus *Pontastacus* true? (Zoological Journal of the Linnean Society)

- *Astacus astacus* – Plemeniti ili riječni rak

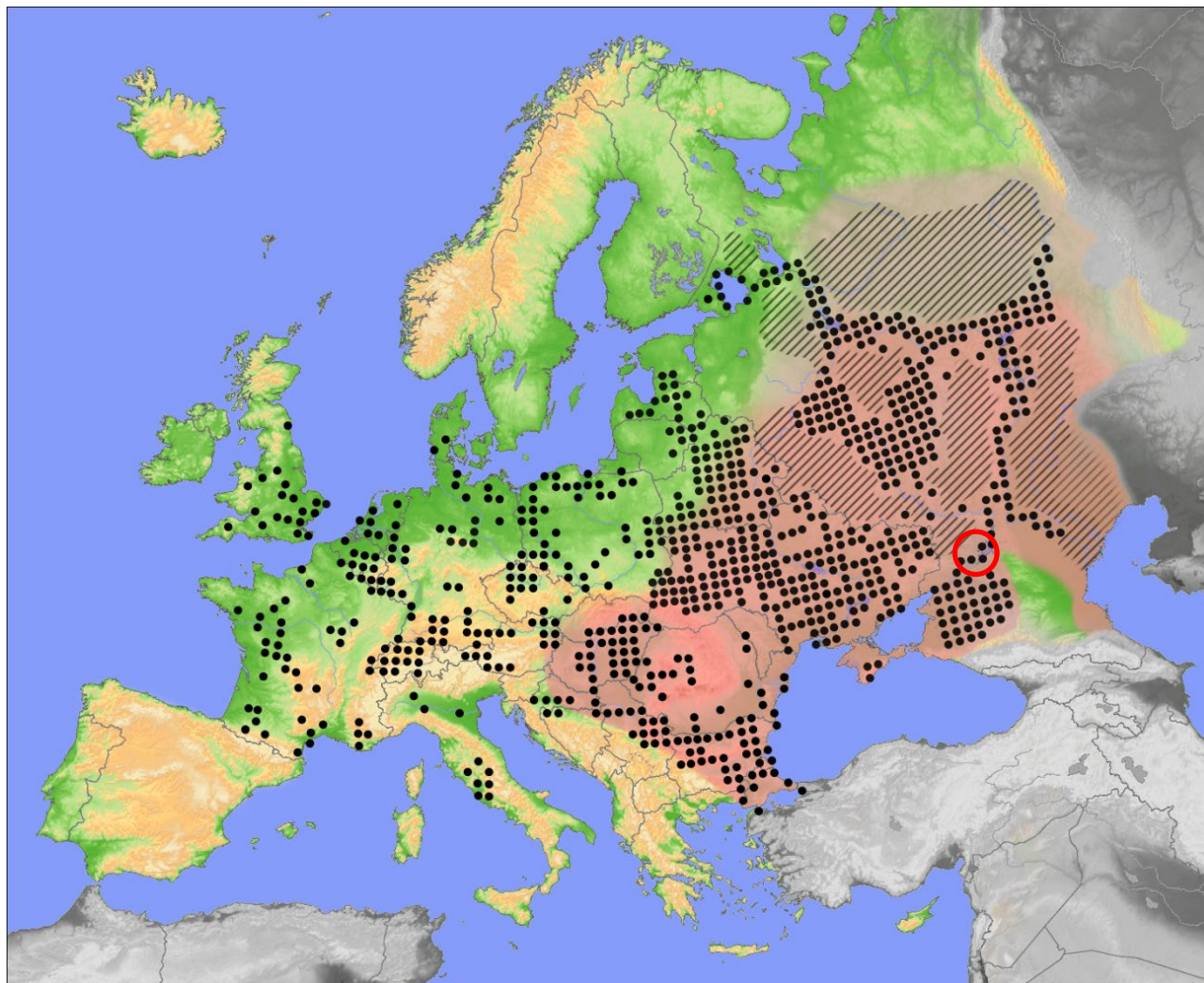


(Kouba et al., 2014)

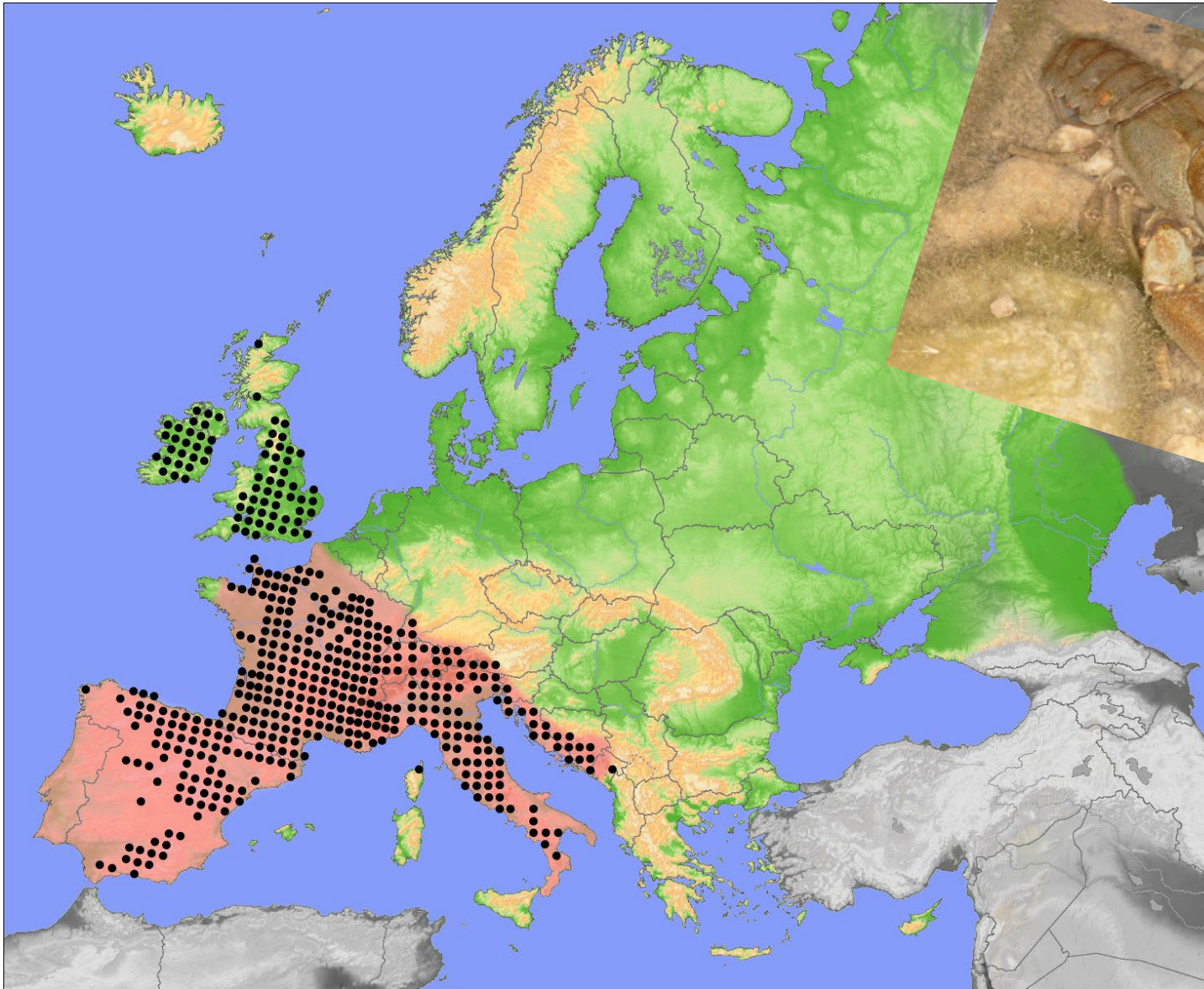
Astacus colchicus – Gruzija – rijeka Rioni



Astacus colchicus

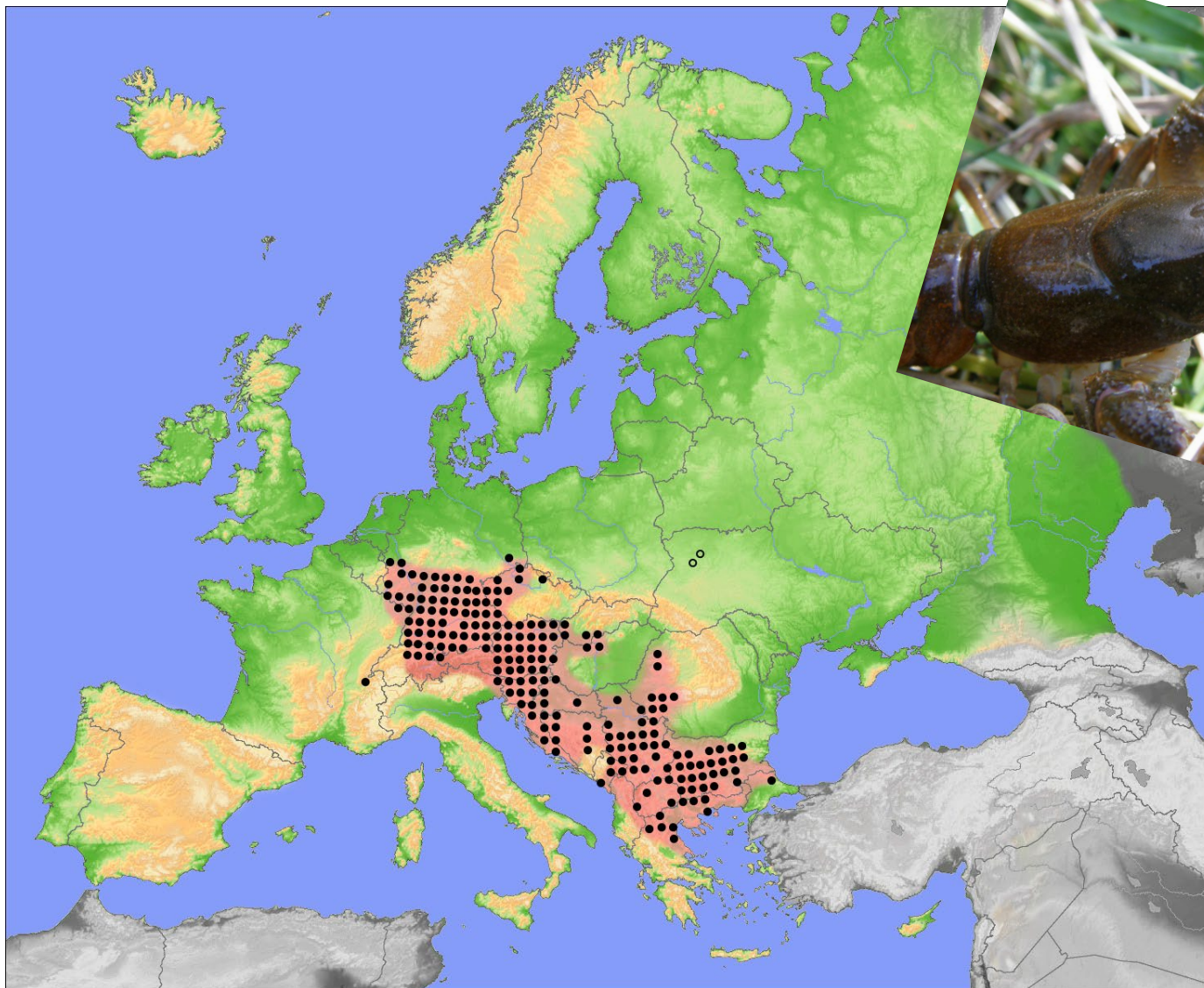


- *Austropotamobius fulcisanus* (*pallipes*) kompleks – bjelonogi ili primorski rak



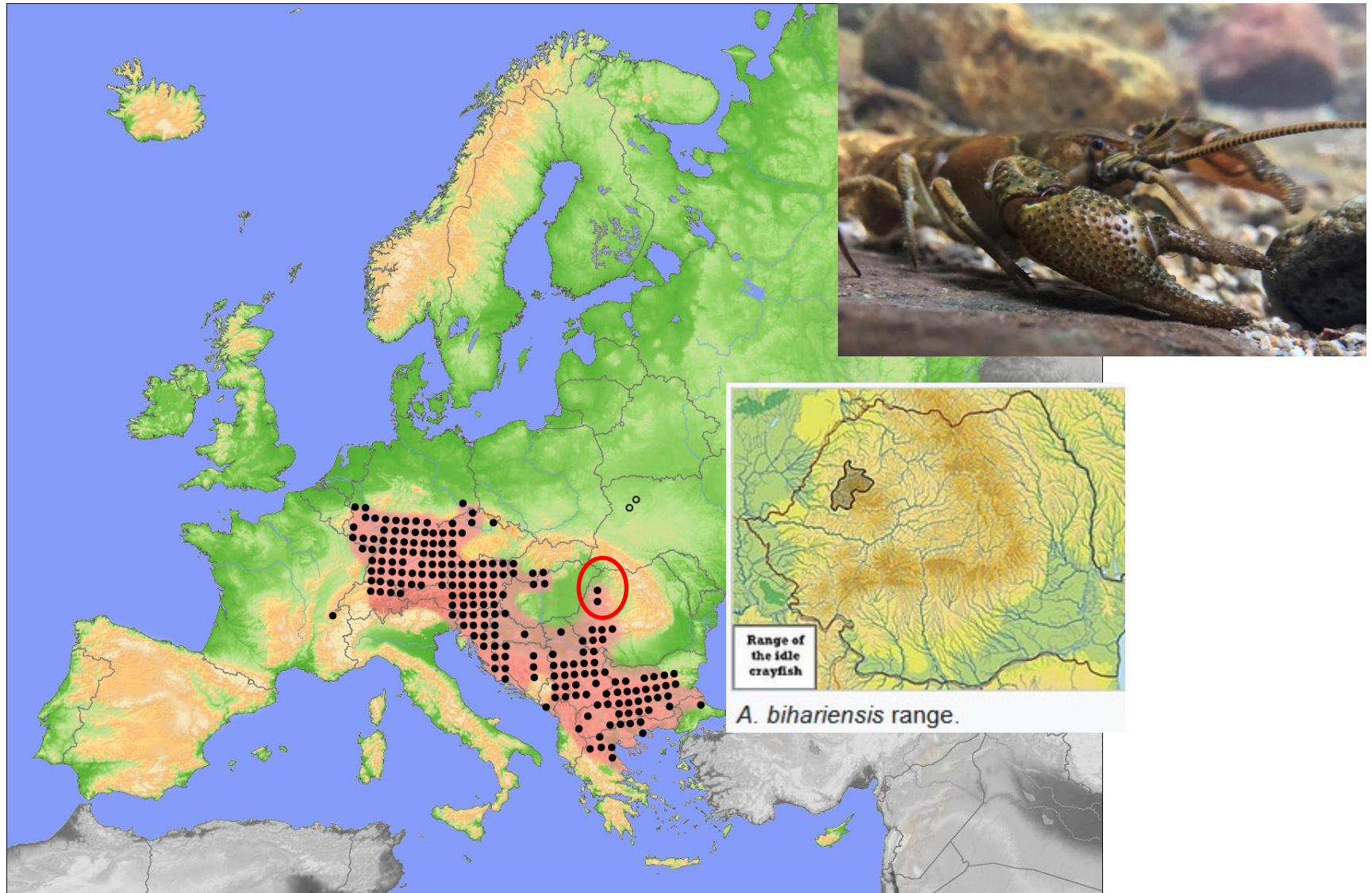
(Kouba et al., 2014)

- *Austropotamobius torrentium* – potočni ili rak kamenjar

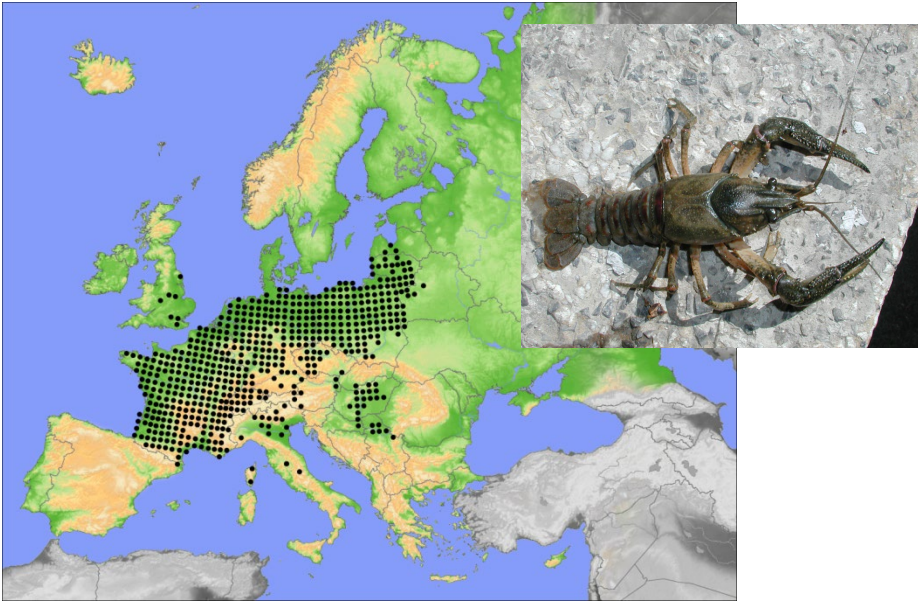


(Kouba et al., 2014)

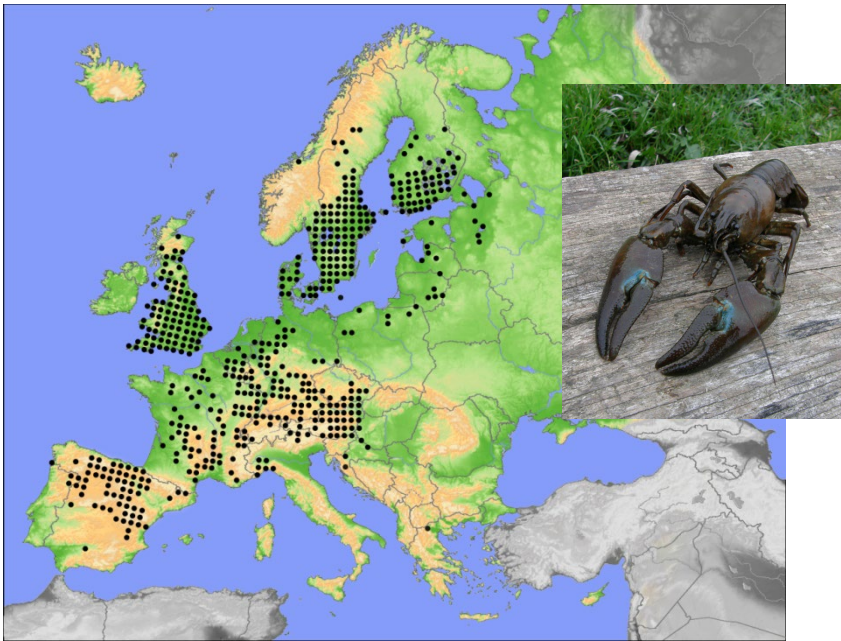
- *Austropotamobius bihariensis* Pârvulescu, 2019



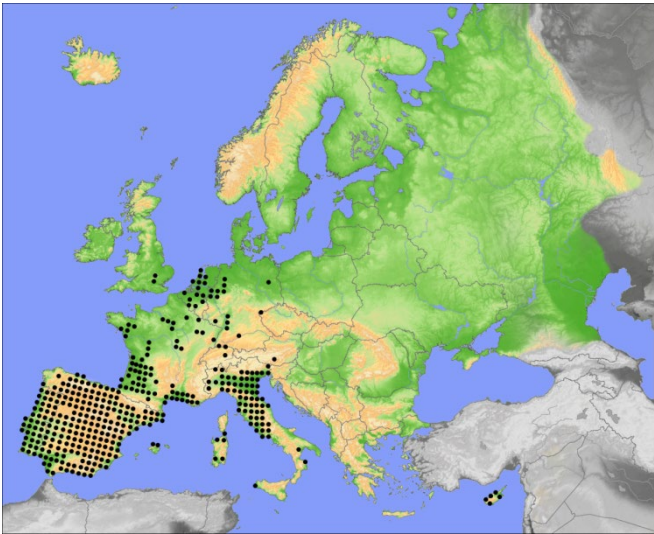
10-ak stranih INVAZIVNIH vrsta (Amerika i Australija)



Faxonius limosus
(bodljobrati rak)



Pacifastacus leniusculus
(signalni rak)



(photo C. Lukhaup)

Procambarus clarkii **(crveni barski rak)**

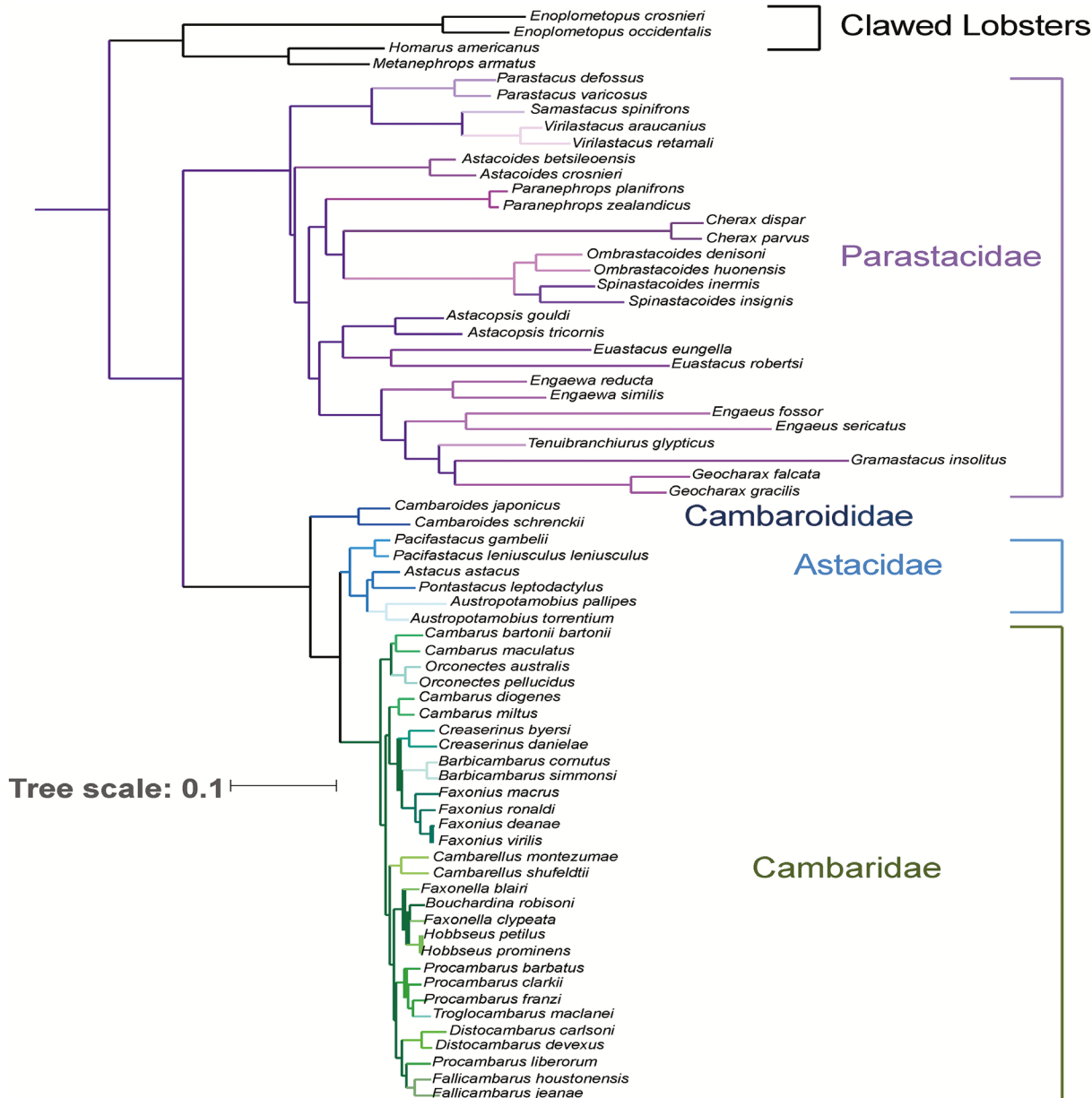
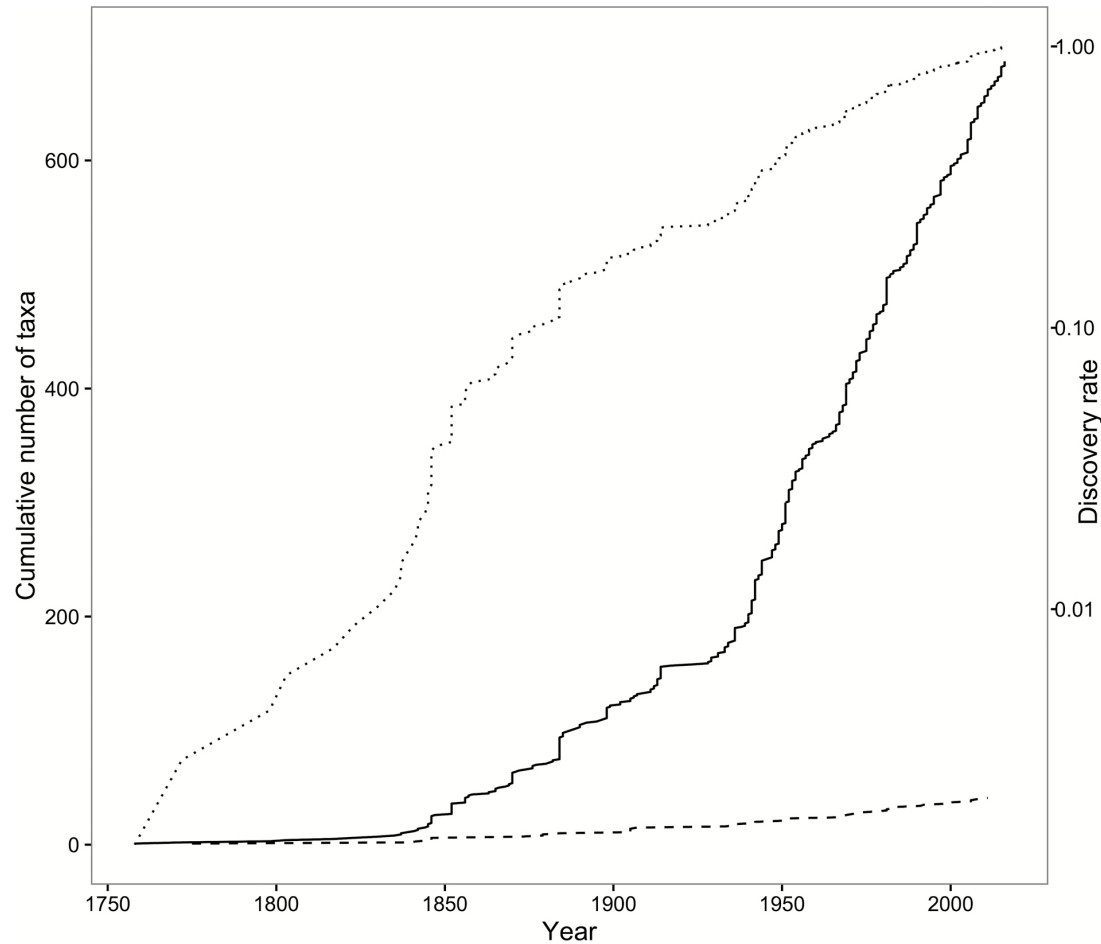


Figure 2. Filogenetski odnosi između slatkovodnih rakova (podaci iz Stern et al., 2017), s označenim porodicama (različite boje). Kao vanjska grupa korišteni su predstavnici hlapova (u crnom).

Figure 1. Kumulativni broj rodova (isprekidana linija) i vrsta (puna linija) po godinama. Brzina otkrivanja je prikazana točkastom linijom (u logaritamskoj skali *sensu* De Grave (2003)).



Nativne europske vrste su ugrožene

- **antropogeni pritisak** – prorijeđene populacije, manje populacije, izolirane populacije + invazivni strani rakovi (agresivniji, fekundniji) + račja kuga – zaštićeni nacionalnim i međunarodnim zakonima (IUCN, Habitat directive, Bern convention)

Što napraviti i kako ih očuvati?

Prvi korak – dobro poznavanje biologije i ekologije